

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/EP05/050952

International filing date: 03 March 2005 (03.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: DE
Number: 10 2004 010 403.4
Filing date: 03 March 2004 (03.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 12 August 2005 (12.08.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

10 2004 010 403.4

Anmeldetag:

03. März 2004

Anmelder/Inhaber:

BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH,
81739 München/DE

Erstanmelder: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE

Bezeichnung:

Reversierender Linearantrieb mit Mitteln
zur Erfassung einer Ankerposition

IPC:

H 02 K, G 08 C

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 5. August 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Beschreibung

Reversierender Linearantrieb mit Mitteln zur Erfassung einer Ankerposition

5

Die Erfindung bezieht sich auf einen reversierenden Linearantrieb

- mit mindestens einer mit einem veränderlichen Strom zu beaufschlagenden Erregerwicklung,
- 10 - mit einem magnetischen Anker, der von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, in einer axialen Richtung mit einem Ankerhub oszillierende Bewegung zu versetzen ist,

sowie

- 15 - mit Mitteln zur Erfassung der Ankerposition.

Ein solcher Linearantrieb geht aus der JP 2002-031054 A hervor.

- Entsprechende Linearantriebe werden insbesondere dafür eingesetzt, Pumpkolben von Verdichtern in eine lineare, oszillierende Schwingung zu versetzen. Das System aus einem derartigen Verdichter und Linearantrieb wird deshalb auch als Linearverdichter bzw. -kompressor bezeichnet (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift). Bei entsprechenden bekannten Linearverdichtern bildet der z.B. über wenigstens ein Federelement schwingungsfähig aufgehängte Anker ein Feder-Masse-System, das für eine bestimmte Schwingungsfrequenz ausgelegt ist. Dabei wirkt der Verdichter mit seiner Kraft-Weg-Kennlinie in gewisser Weise auch wie eine Feder, die zu der verwendeten
- 20
- 25
- 30
- Feder quasi parallelgeschaltet ist und somit die Eigenfrequenz des Systems mitbestimmt.

- Zu einer Steuerung des Ankerposition solcher reversierender Linearantriebe ist vielfach eine möglichst genaue Erfassung der aktuellen, d.h. tatsächlichen Ankerposition wünschenswert. Hierzu wird bisher entweder die Ankerposition nicht-kontinuierlich erfasst, z.B. diskontinuierlich durch Schlie-
- 35

ßen eines elektrischen Kontaktes, wenn der Anker eine bestimmte Position erreicht hat. Auch eine kontinuierliche Positionsmessung ist bekannt, z.B. über die in der Erregerwicklung induzierte Spannung. Entsprechende Erfassungen der Ankerposition sind jedoch verhältnismäßig ungenau.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, den reversierenden Linearantrieb mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend auszubilden, dass eine hochauflösende Positionsbestimmung der jeweiligen Ankerposition ermöglicht wird.

Diese Aufgabe wird mit den in Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst. Demgemäss soll der reversierende Linearantrieb mit den eingangs genannten Merkmalen dahingehend ausgebildet sein, dass seine zumindest zur Erfassung der Ankerposition vorgesehenen Mittel ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub erstreckendes Streifenmuster-element mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen und nichtlichtdurchlässigen Streifen oder von lichtreflektierenden und nichtlichtreflektierenden Streifen sowie wenigstens eine Lichtschranke mit lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen, deren Lichtstrahlen zumindest annähernd senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmuster-elementes ausgerichtet sind, aufweisen.

Die mit dieser Ausgestaltung des Linearantriebs verbundenen Vorteile sind insbesondere darin zu sehen, dass eine Positionsmessung und/oder einer aus der Positionsmessung und einer Zeitmessung ableitbaren Geschwindigkeitsmessung des Ankers sehr genau und sehr preiswert unter Verwendung bekannter Lichtschranken ermöglicht wird. Auch eine z.B. drucktechnische Herstellung des Streifenmuster-elementes, beispielsweise nach Art eines „Bar-Codes“, ist ebenfalls kostengünstig und mit ausreichender Präzision möglich. Die genaue und kontinuierliche Ankerpositionsmessung erlaubt dann eine genauere Regelung der Ankerposition insbesondere eines Linearverdichters und trägt so zu einem besseren Wirkungsgrad dieses Verdich-

ters bei. Außerdem gestattet die Positionsmessung zusätzlich größere Toleranzen in der Fertigung, da die absolute Position eines oberen Totpunktes des Ankerhubs relativ zu einer Referenzmarke mit minimalem Zusatzaufwand gemessen und z.B. in
5 einer Motorsteuerung hinterlegt werden kann.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen reversierenden Linearantriebs gehen aus den abhängigen Ansprüchen hervor. Dabei kann die Ausführungsform nach Anspruch 1 mit
10 den Merkmalen eines der Unteransprüche oder vorzugsweise auch mit denen aus mehreren Unteransprüchen kombiniert werden. Demgemäß können für den Linearantrieb zusätzlich noch folgende Merkmale vorgesehen werden:

- 15 - Das Streifenmuster-element kann zweckmäßig mit dem Anker starr verbunden sein. Gegebenenfalls ist aber auch möglich, dass die mindestens eine Lichtschranke mit dem Anker beweglich angeordnet wird.
- 20 - Außerdem kann die Lichtschranke vorteilhaft als eine Doppellichtschranke ausgebildet sein. Eine solche Lichtschranke ermöglicht eine doppelt genaue Ortsauflösung und eine einfache Erfassung der Richtungsumkehr in der Ankerbewegung.
- 25 - Ferner können die lichtdurchlässigen Streifen und die nicht-lichtdurchlässigen Streifen oder die lichtreflektierenden Streifen und die nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils die gleiche axiale Ausdehnung aufweisen. Gegebenenfalls sind aber auch ungleiche, sich sogar in Abhängigkeit von der axialen Position ändernde axiale Ausdehnungen der einzelnen Streifen möglich.
- 30 - Außerdem oder dabei kann die axiale Ausdehnung der lichtdurchlässigen und/oder nicht-lichtdurchlässigen bzw. der lichtreflektierenden und/oder der nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils unter 0,25 mm liegen.
- 35 - Das Streifenmuster-element kann insbesondere kammartig ausgebildet sein.

- 5 - Besonders vorteilhaft kann das Streifenmuster des Streifenmuster-elementes zusätzlich mindestens einen gesondert auswertbaren Triggerstreifen aufweisen. Entweder kann dieser Triggerstreifen von der vorhandenen Lichtschranke mit erfasst werden; stattdessen ist es auch möglich, das hierzu auch eine weitere (Einfach-)Lichtschranke vorgesehen ist. Mit einem solchen Triggerstreifen kann insbesondere eine Kalibrierung der Absolutposition des Ankers vorgenommen werden.
- 10 - Selbstverständlich können neben den Mitteln zur Positionserfassung des Ankers zusätzlich noch weitere Mittel zu einer Erfassung seiner Geschwindigkeit und/oder der Bewegungsrichtung vorgesehen sein.

15 Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen reversiblen Linearantriebs gehen aus den vorstehend nicht angesprochenen Unteransprüchen und der Zeichnung hervor.

20 Die Erfindung wird nachfolgend an Hand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnung noch weiter erläutert. Von deren Figuren zeigen
 Figur 1 im Querschnitt einen Teil durch einen erfindungsgemäßen reversierenden Linearantrieb,
 deren Figuren 2 und 3 zwei Ausbildungsmöglichkeiten einer
 25 Doppellichtschranke für eine solche Antrieb,
 deren Figur 4 ein simuliertes Messdiagramm einer zeitabhängigen Ankerpositionsmessung unter Verwendung einer entsprechenden Doppellichtschranke

und
 30 deren Figur ein simuliertes Messdiagramm einer zeitabhängigen Ankergeschwindigkeitsmessung mit einer solchen Doppellichtschranke.

In den Figuren sind sich entsprechende Teile jeweils mit denselben Bezugszeichen versehen.

35 Bei dem in Figur 1 angedeuteten reversiblen Linearantrieb nach der Erfindung wird von an sich bekannten Ausführungsfor-

men ausgegangen, wie sie für Linearverdichter vorgesehen werden (vgl. die eingangs genannte JP-A-Schrift). Die Figur zeigt schematisch im Wesentlichen nur den oberen Teil eines Querschnitts durch einen solchen Linearantrieb 2; d.h., in der Figur sind nur die Einzelheiten dargestellt, die sich auf einer Seite einer Achse oder Ebene A, welche sich in einer axialen Schwingungsrichtung erstreckt, befinden. Weitere, nicht dargestellte Teile sind an sich bekannt. Der Linearantrieb 2 umfasst mindestens eine Erregerwicklung 4, der wenigstens ein magnetflussführender Jochkörper 5 zugeordnet ist. In einer kanalartigen oder schlitzartigen Bereich 7 unterhalb dieses Jochkörpers befindet sich ein magnetischer Anker oder Ankerteil 8 mit beispielsweise zwei axial hintereinander angeordneten Permanentmagneten. Deren Magnetisierungsrichtungen sind durch gepfeilte Linien m1 und m2 angedeutet sind. Der auch als „Ankerschlitten“ bezeichnete Anker weist axial seitliche, nicht näher ausgeführte Verlängerungsteile auf. Er kann in dem veränderlichen Magnetfeld der Wicklung 4 in axialer Richtung eine oszillierende Bewegung z.B. um eine Position(smarke) P ausführen. Für die Darstellung in der Figur wurde vereinfachend davon ausgegangen, dass die Oszillation bzgl. der Position P so erfolgt, dass die maximale Auslenkung aus dieser Position in axialer Richtung x, d.h. die Schwingungsamplitude, mit den Werten +L bzw. -L zu bezeichnen ist. Der Ankerhub H wäre folglich $|2 \cdot L|$. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass diese Position P nicht ortsfest sein muss. Insbesondere beim einem Einschwingvorgang kann die Position P deutlich von der für eine Ankerbewegung unter Normalbedingungen angenommenen abweichen. D.h., die Ankerschwingung ist im Allgemeinen nicht andauernd symmetrisch zur Position P. Säge man die Position P als ortsfest an, so wären die diesbezüglich positiven und negativen Hubanteile vielfach nicht gleich groß.

Wie ferner in der Figur angedeutet ist, können bei dem gewählten Ausführungsbeispiel zwei ortsfest eingespannte Blattfedern 9 und 9' zu beiden Seiten der Position P an verlänger-

ten Teilen des Ankers 8 angreifen. Ferner kann vorteilhaft an zumindest einer Seite des Verlängerungsteils des Ankers 8 dieser starr mit einem Pumpkolben eines in der Figur nicht näher dargestellten Verdichters V verbunden sein.

5

Figur 2 zeigt den Anker 8 eines erfindungsgemäßen Linearantriebs mit zwei Permanentmagneten PM1 und PM2. Auf dem Anker befindet sich quasi als ein „Reiter“ ein Streifenmustererelement 10 in Form eines Lichtschrankskamms, wie er z.B. von linearen optischen Sensoren her bekannt ist (vgl. das Buch „Linear Synchronous Motors : Transportation and Automation Systems“ von J.F.Gieras & Z.J.Piech, CRC Press, USA, 2000, Seiten 149 bis 167). Das Streifenmustererelement 10 weist in axialer Richtung alternierend hintereinander angeordnete lichtundurchlässige, linienartige Streifen 11i und entsprechende lichtdurchlässige, linienartige Streifen 12i auf, die vorzugsweise alle eine gleiche axiale Ausdehnung bzw. Breite von insbesondere unter 0,25 mm besitzen. Zur Verdeutlichung sind in der Figur die Streifen 11i durch schwarze Linien und die dazwischen liegenden lichtdurchlässigen Streifen 12i durch hell gelassene Zwischenräume veranschaulicht. Vorzugsweise deckt die Anordnung aus lichtdurchlässigen und lichtundurchlässigen Streifen zumindest den gesamten axialen tatsächlichen Hub H des Ankers 8 ab.

25

Der Lichtschrankskamm kann aus lichtundurchlässigem Material bestehen und mechanisch zackenförmig ausgebildet sein. Alternativ besteht er aus lichtdurchlässigem Material und ist mit einem lichtundurchlässigen Streifenmuster bedruckt. Wenn der Ankerschlitten selbst aus lichtdurchlässigem Material besteht (z.B. GFK, das IR-durchlässig ist), so kann der Lichtschrankskamm auch durch direktes Bedrucken des Schlittenmaterials erzeugt werden.

35 Der Lichtschrankskamm 10, der sich mit dem Anker 8 bewegt, durchfährt eine unbewegliche, ortsfest installierte Transmissions-Lichtschrankscheibe 14, deren alternierendes Signal über die

bekannte Periodenlänge (= Breite zweier benachbarter Streifen, von denen einer lichtdurchlässig und der andere lichtundurchlässig ist) des Lichtschrankskamms eine Positions-
messung zulässt. Für das Ausführungsbeispiel sei eine Doppel-
lichtschränke ausgewählt, obwohl auch eine Einfach-Licht-
schränke geeignet ist. Eine Doppellichtschränke ermöglicht
eine doppelt genaue Ortsauflösung und eine Erfassung der
Richtungs-umkehr der Ankerbewegung. Aber auch mit einer Ein-
fach-Lichtschränke sind entsprechende Werte zu erreichen,
z.B. durch eine Verfeinerung des Streifenmusters und eine
Messung der von der Ankerbewegung in der Erregerwicklung in-
duzierten Spannung, die bei einer Ankerumkehr null ist. Die
beide Lichtstrahlen der gewählten Transmissions-Doppellicht-
schränke 14 sind senkrecht bezüglich der axialen Richtung und
des Streifenmuster-elementes 10 ausgerichtet sind. Deren beide
Lichtschränken-elemente 16a und 16b sind dabei vorteilhaft so
axial positioniert, dass sie nicht dasselbe Rastermaß wie be-
nachbarte lichtdurchlässige Streifen 12i haben, sondern ihre
Mitten weiter beabstandet sind als die Mitten benachbarter
Streifen. Die örtliche Auflösung der Doppellichtschränke 14
liegt bei ca. $1/4$ der Periodenlänge des Lichtschrankskamms.
Außerdem ermöglicht die Doppellichtschränke die Erkennung der
Bewegungsrichtung des Ankers.

In dem Übergang zwischen hell und dunkel ist weitere Informa-
tion enthalten. Durch Subtraktion oder Addition der beiden
Lichtschränksignale entstehen neben den 90° -Signalen noch
 45° -Signale, wodurch die Auflösung auf $1/8$ der Periodenlänge
erhöht werden kann. Hierzu und auch sonst sollte die Perio-
denlänge des Streifenmusters auf den axialen Abstand der bei-
den Lichtschränkenkollektoren der Doppellichtschränke abge-
stimmt sein.

Der als Ausführungsform des Streifenmuster-elementes 10 vorge-
sehenen Lichtschrankskamm enthält vorteilhaft zusätzlich
noch mindestens einen Triggersignalstreifen 17 z.B. in Form
eines längeren Striches. Dieser Streifen ist vorzugsweise an

einer Stelle angeordnet, wo die Ankergeschwindigkeit nahe ihres Maximums ist. Das Triggersignal, das einer bekannten Position entspricht, dient in erster Linie der Kalibrierung der Ortsmessung, die vorteilhaft in jeder Halbwelle der Ankerbewegung durchgeführt wird. Des weiteren kann das Triggersignal als solches vorteilhaft in einem Algorithmus zur Regelung der Ankerposition verwendet werden.

Durch geeignete halbüberlappende Anordnung der Doppellichtschranke 14 gemäß Figur 2 kann die Doppellichtschranke direkt zur Auswertung des Triggersignals verwendet werden. Da beispielsweise LED-Fototransistorpaare der Transmissions-Doppellichtschranke 14 geometrisch höher als breit gewählt werden und vertikal so anzuordnen sind, dass der normale Lichtschrankenkegel ohne Triggerstreifen 17 nur etwa halb abgedeckt wird, kann so an der Signalamplitude, die die Doppellichtschranke liefert, auch das Überfahren des Triggersignalstreifens erkannt werden.

Das Triggersignal wird zwingend nur während des Motoranlaufes benötigt. Eine kostengünstige Variante nutzt daher zum Auswerten des Triggersignals einen Signaleingang z.B. AD-Wandler, der am Anfang des Anlaufes noch nicht zwingend benötigt wird. z.B. den AD-Eingang eines Stromsensors.

Alternativ liegt die Referenzmarke außerhalb des Normarbeitsbereichs. Durch einmaliges Überschreiten des Normbereichs beim Anlauf kann so mit den selben Sensoren die absolute Ankerposition detektiert werden.

Unabhängige Messverfahren wie z.B. eine elektrische Kontaktmessung bei Berührung einer Referenzmarke können ebenfalls als Referenzverfahren eingesetzt werden. Auf das vorbeschriebene optische Triggersignal könnte dann gegebenenfalls verzichtet werden. Wird eine entsprechende Referenzmarke zu einem oberen oder unteren Anschlag bzw. Totpunkt einer Last wie z.B. eines Kompressorkolbens justiert, so können die Koordi-

natensysteme der Last und somit des Antriebs kalibriert werden.

5 Der Lichtschrankschranke kann auch nicht-äquidistant ausgeprägt sein mit maximaler Ortsauflösung nahe der Ankerumkehrpunkte und verringerter Ortsauflösung im Bereich maximaler Ankerschwindigkeit.

10 Durch zeitliche Differentiation der mit der Lichtschrankschranke gemessenen Position ergibt sich ein Messwert für die Ankerschwindigkeit.

15 Alternativ kann dieses transmissive Verfahren auch reflektiv aufgebaut sein. Hierzu muss das Streifenmuster mit spiegelnden und absorbierenden Strichmustern versehen sein. Ein reflektives Verfahren hat den Vorteil, dass man auf gegenüberliegenden Seitenflächen des Ankers bzw. eines damit verbundenen Trägers Streifenmuster aufbringen kann, die gegebenenfalls sogar unterschiedlich hinsichtlich Streifenbreite und -anordnung sind. Hiermit lässt sich nicht nur die Messgenauigkeit erhöhen; es kann eine Seite auch zu einer Referenzmessung dienen.

25 Während des Anlaufs bei Druckausgleich eines mit dem Linearantrieb mechanisch gekoppelten Verdichters können weiterhin durch eine spezielle Ansteuerung der Kolbenanschlag dieses Verdichters sowie ein weiterer Anschlag auf der kolbenabgewandten Seite „sanft“ bestimmt werden. Die kolbenabgewandte Seite kann in allen Betriebszuständen vom Antrieb erreicht werden und kann somit als betriebszustandsunabhängiges Referenzsignal beim Anlaufen genutzt werden.

35 Das Streifenmuster mit Auswertung kann weiterhin bei der Herstellung des Antriebes zur Vermessung der mechanischen Toleranzen in Bewegungsrichtung sowie der Funktionsprüfung eingesetzt werden z.B. Messen des Hubes, Messen der Anschläge, gegebenenfalls auch bei einer Fremdbewegung.

Die Ausführungsform des Ankers 8 mit einem Streifenmusterelement und Doppellichtschranke nach Figur 3 unterscheidet sich von der nach Figur 2 im Wesentlichen dadurch, dass eine Transmissions-Doppellichtschranke 14 verwendet wird, die von dem normalen Lichtschrankenkegel eines Streifenmusterelementes 20 ohne Triggerstreifen voll abgedeckt wird. Das durch einen Triggerstreifen 21 hervorgerufene Triggersignal wird dann mit einer zusätzlichen Transmissions-Einfachlichtschranke 22 erkannt.

Das Diagramm der Figur 4 zeigt die Messung der Ankerposition x (in mm) in Abhängigkeit von der Zeit t (in s) für eine konkrete Ausführungsform einer linearen Linearantrieb.

In entsprechender Darstellung zeigt das Diagramm der Figur 5 für diese konkrete Ausführungsform die Messung der Ankergeschwindigkeit v_A (in m/s) in Abhängigkeit von der Zeit t (in s). In dem Diagramm sind bezeichnet

mit K1 die Kurve der realen Geschwindigkeit,
mit K2 die Kurve des geglätteten Lichtschrankenmesswertes,
mit K3 die Kurve des Lichtschranken-Geschwindigkeitsmesswertes
und
mit K4 der zum Triggerzeitpunkt ermittelte und danach gehaltene Geschwindigkeitswert.

Selbstverständlich sind neben den vorstehend angesprochenen Mitteln zu einer optischen Erfassung der Ankerposition und abgeleiteter Größen wie Geschwindigkeit und Bewegungsrichtung zusätzlich noch weitere, an sich bekannte, nicht-optische Mittel bei einem erfindungsgemäßen Linearantrieb zur Anwendung zu bringen. So kann beispielsweise eine -Kalibrierung der Absolutposition des Ankers über ein unabhängiges, anderweitiges Triggersignal wie z.B. mittels eines elektrischen Kontaktes erfolgen.

Bei den in den Figuren angedeuteten Streifenmusterelementen wurde davon ausgegangen, dass diese starr mit dem Ankerschlitten verbunden sind und die Einfach- oder Doppellichtschranke ortsfest angeordnet ist. Da es aber nur auf die Relativbewegung zwischen diesen Teilen ankommt, könnte sich
5 z.B. die Lichtschranke auch auf dem Ankerschlitten befinden bei ortsfestem Streifenmusterelement oder anderweitig beweglich befestigt sein.

Patentansprüche

1. Reversierender Linearantrieb

- mit mindestens einer mit einem veränderlichen Strom zu be-
- 5 aufschlagenden Erregerwicklung,
- mit einem magnetischen Anker, der von einem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, in einer axialen Richtung mit einem Ankerhub oszillierende Bewegung zu versetzen ist,

10 sowie

- mit Mitteln zur Erfassung der Ankerposition, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel zur Erfassung zumin-
- dest der Ankerposition

- ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub (H)
- 15 erstreckendes Streifenmuster-element (10, 20) mit alternie-
- render Anordnung von lichtdurchlässigen Streifen (12i) und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (11i) oder von lichtre-
- flektierenden Streifen und nicht-lichtreflektierenden Streifen

20 sowie

- wenigstens eine Lichtschranke (14) mit lichtaussendenden und lichtempfangenden Teilen, deren Lichtstrahlen zumin-
- dest annähernd senkrecht bezüglich der axialen Richtung und des Streifenmuster-elementes (10, 20) ausgerichtet
- 25 sind,

aufweisen.

2. Antrieb nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Streifenmuster-element (10,20) mit dem Anker (8) starr verbun-

30 den ist.

3. Antrieb nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Lichtschranke (14) als eine Doppellichtschranke ausgebildet ist.

35

4. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die lichtdurchlässigen und nicht-

lichtdurchlässigen Streifen (12i, 11i) oder die lichtreflektierenden und nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils die gleiche axiale Ausdehnung aufweisen.

5 5. Antrieb nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der lichtdurchlässigen Streifen (12i) und/oder der nicht-lichtdurchlässigen Streifen (11i) bzw. der lichtreflektierenden Streifen und/oder nicht-lichtreflektierenden Streifen ungleiche axiale Ausdehnungen aufweisen.

15 6. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die axiale Ausdehnung der lichtdurchlässigen und/oder nicht-lichtdurchlässigen Streifen (12i bzw. 11i) bzw. der lichtreflektierenden und/oder nicht-lichtreflektierenden Streifen jeweils unter 0,25 mm liegt.

20 7. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine kammartige Ausbildung des Streifenmuster-elementes (10).

25 8. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Streifenmuster-element (10) zusätzlich mindestens einen Triggerstreifen (17, 21) aufweist.

30 9. Antrieb nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Triggerstreifen (17, 21) in einem Bereich nahe der maximalen Geschwindigkeit des schwingenden Ankerteils (8) angeordnet ist.

10. Antrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Triggerstreifen (17) von der Lichtschranke (14) mit zu erfassen ist.

35 11. Antrieb nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass dem Triggerstreifen (21) eine gesonderte Lichtschranke (22) zugeordnet ist.

12. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass zusätzlich Mittel zu einer Erfassung der
Geschwindigkeit des Ankers (8) und/oder dessen Bewegungsrich-
5 tung vorgesehen sind.

13. Antrieb nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch
gekennzeichnet, dass der Anker (8) mit einem Pumpkolben eines
Verdichters (V) starr verbunden ist.

Zusammenfassung

Reversierender Linearantrieb mit Mitteln zur Erfassung einer Ankerposition

5

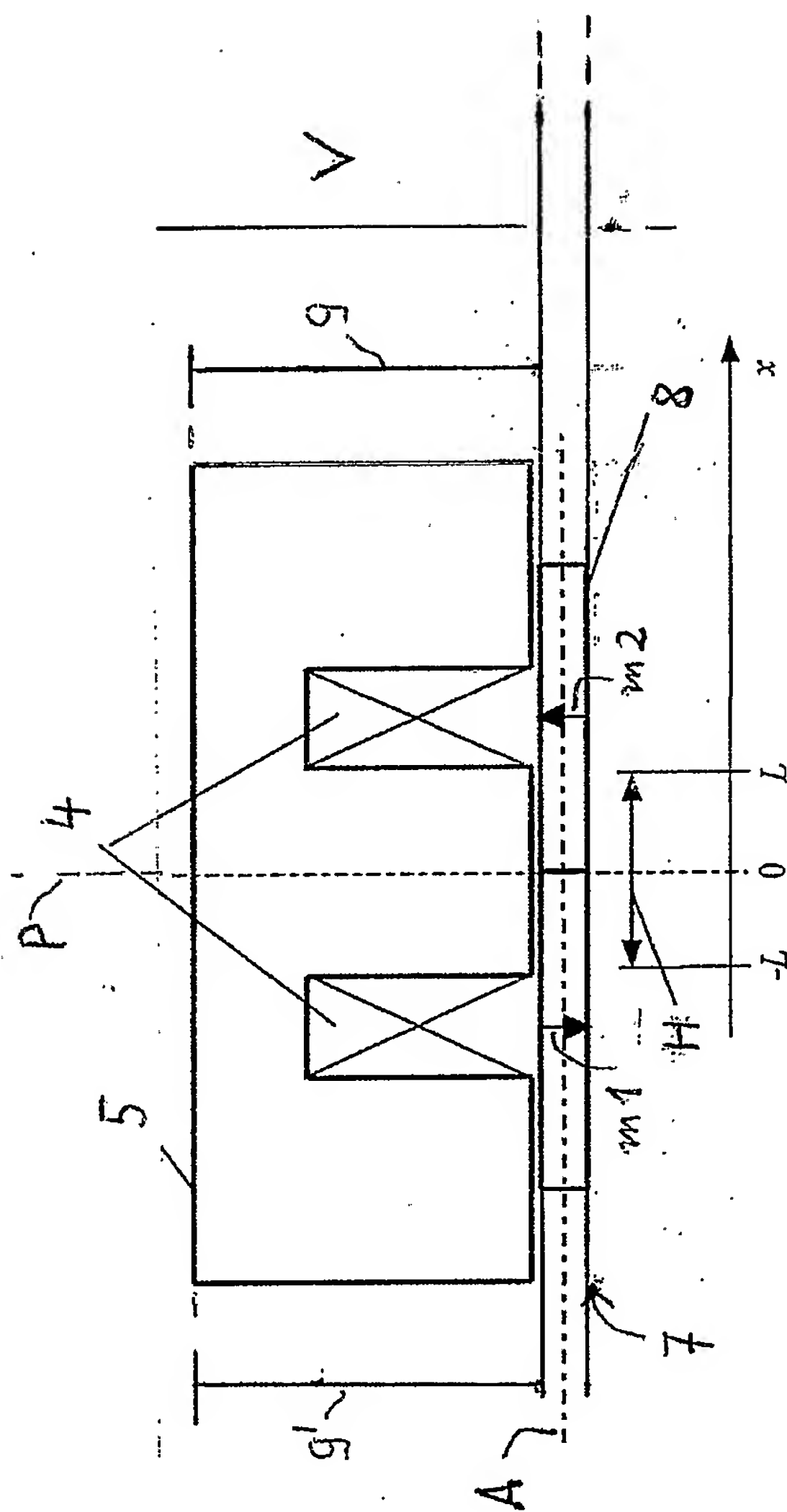
Der reversierende Linearantrieb enthält Erregerwicklung und einen magnetischen Anker (8), der von dem Magnetfeld der Erregerwicklung in eine lineare, axial oszillierende Bewegung zu versetzen ist. Zur Erfassung der Ankerposition sollen ein sich zumindest über den gesamten axialen Ankerhub erstreckendes Streifenmuster-element (10) mit alternierender Anordnung von lichtdurchlässigen und nicht-lichtdurchlässigen Streifen (12 bzw. 11i) oder von lichtreflektierenden Streifen und nicht-lichtreflektierenden Streifen sowie eine Lichtschranke (14) mit senkrecht bezüglich der axialen Richtung lichtaus-sendenden und lichtempfangenden Teilen vorgesehen sein.

10

15

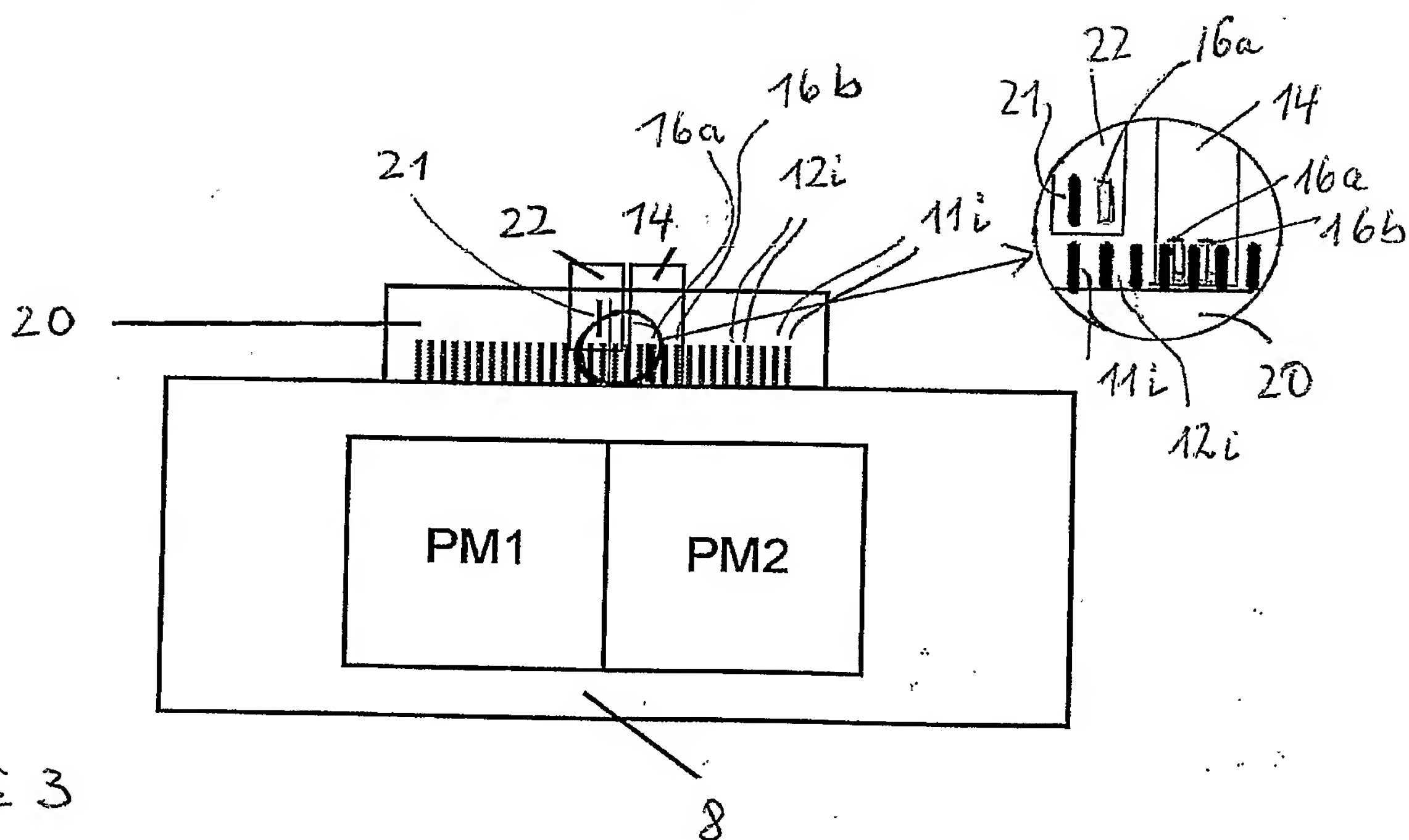
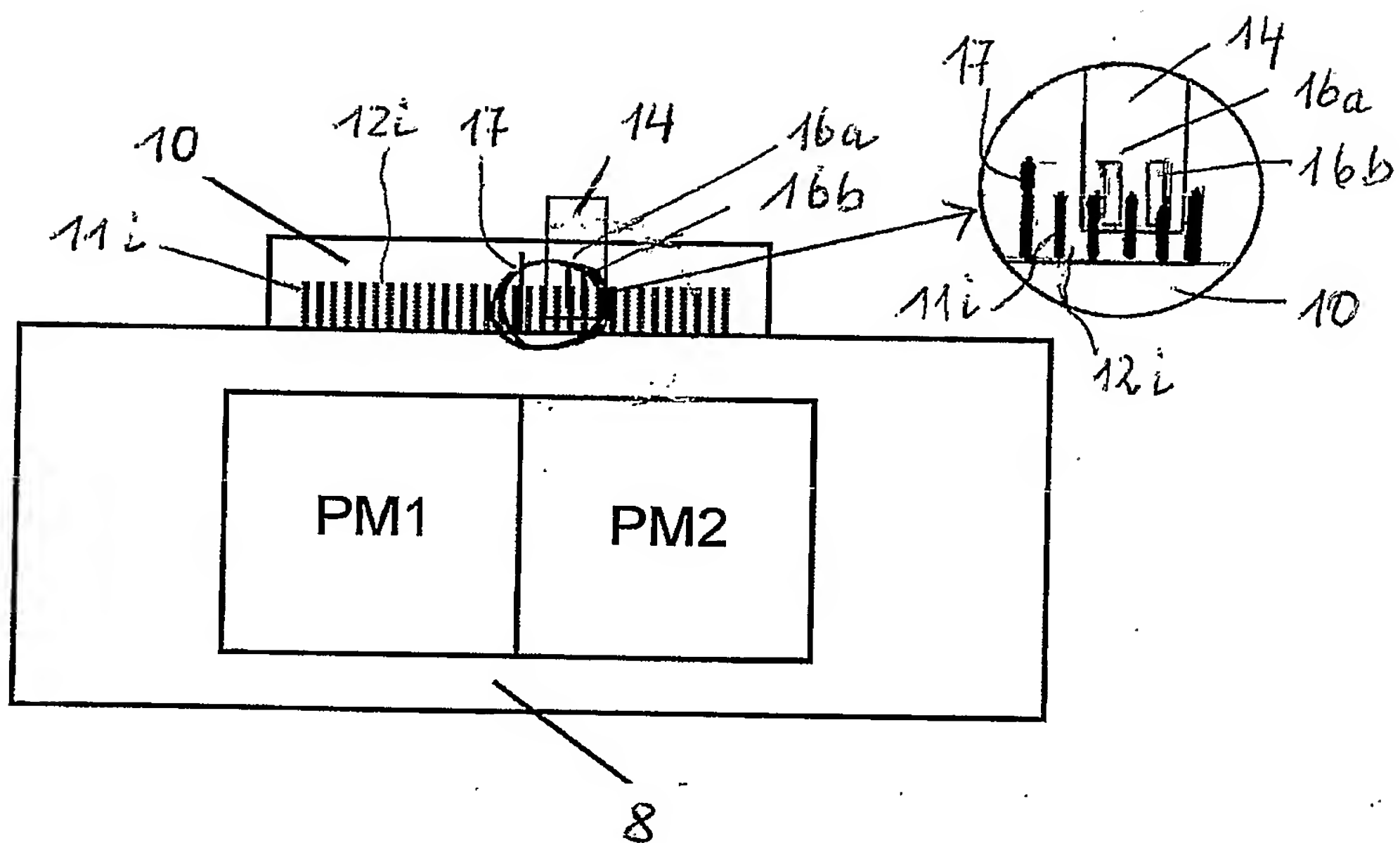
FIG 2

1/4



2

FIG 1



3/4

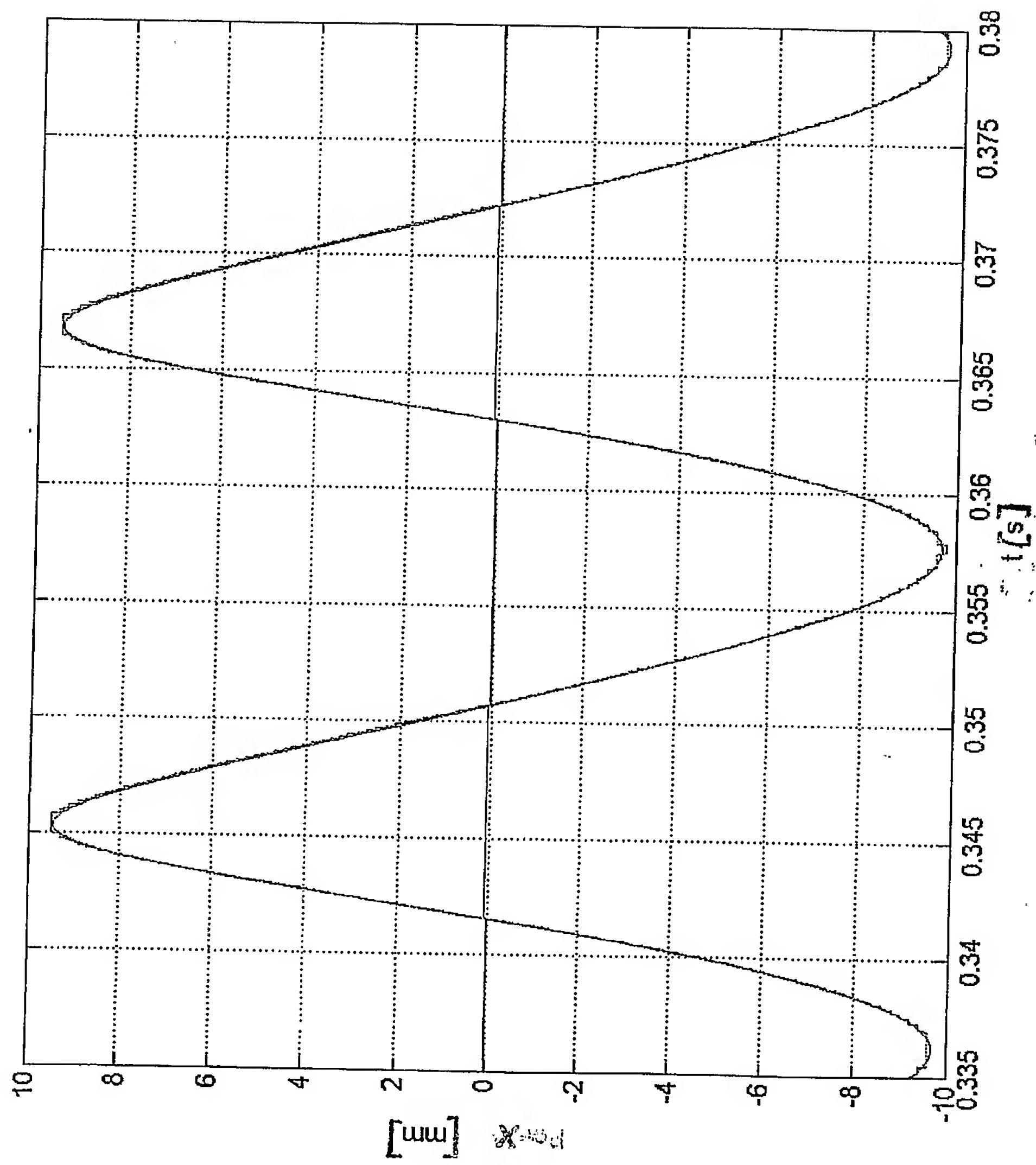


FIG 4

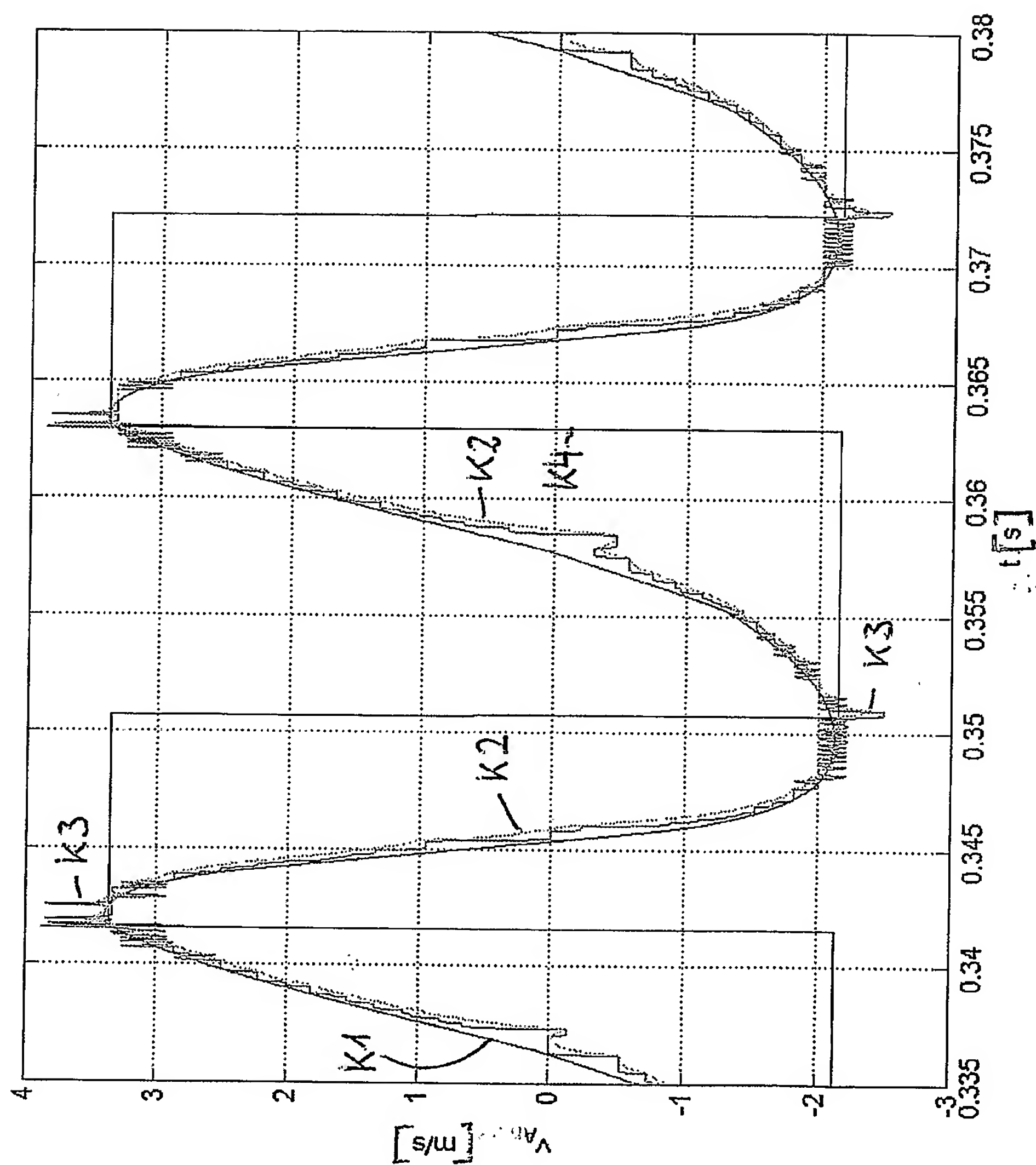


FIG 5